Zitteliana	20	Hagn/Herm-Festschrift	403–409	München, 31. 12. 1993	ISSN 0373-9627

Unteroligozäne Fischschiefer in Süddeutschland und Österreich

Von

LUDWIG DOHMANN & ROSWITHA BRAUNSTEIN*)

Mit 3 Abbildungen

KURZFASSUNG

In Südbayern und Österreich wurden die Biostratigraphie und Palökologie der unteroligozänen Fischschiefer und ihrer Äquivalente mittels Kalknannoplankton und Foraminiferen untersucht. Die Daten aus 70 Bohrungen und Aufschlüssen aus Süddeutschland (Bayern) und Österreich (Vorarlberg, Nordtirol, Oberösterreich und Niederösterreich) lieferten weitere Hinweise zur Genese dieses Faziestyps. Bio- und Lithofazies deuten auf eine schrittweise Abschnürung und Abkühlung des Beckens, die als Beginn der Paratethys-Sedimentation gedeutet werden.

ABSTRACT

Biostratigraphy and paleoecology of the „Fischschiefer" and its equivalents in the Lower Oligocene as determined from both cores of seventy holes and outcrops in Germany (Bavaria) and Austria have been investigated in terms of calcareous nannoplankton and foraminifera. Biofacies and lithofacies indicate a step by step process of isolation and cooling of the basin, which is assumed to be the commencement of the sedimentation of the Paratethys sea.

1. EINLEITUNG

Am Nordrand der Tethys entstehen im Unteroligozän dünnplattige, dunkle Mergel mit Anzeichen sauerstoffreduzierter Bedingungen für das Bodenleben und einer Überrepräsentanz von Plankton und Nekton. Alters- und faziesgleiche, als Fischschiefer s.l. zu bezeichnende Schichten sind von Westeuropa (Frankreich) bis zum Kaspischen Meer nachweisbar. Durch den Nordschub des kalkalpinen Deckenstapels kommt es ab der Eozän-Oligozän-Grenze zu einer schrittweisen Abschnürung des nördlichen Tethysrandes. Detaillierte Aufschlußbeschreibungen und umfangreiche Floren- und Faunenlisten sind in Seifert et al. (1991) und Dohmann (1991) enthalten.

DANK

Für die freundliche Genehmigung zur Bearbeitung von Bohrkernen sowie für vielfältige Hilfeleistungen danken wir den Firmen RAG, ÖMV, BEB, Mobil, Preussag und Wintershall sowie der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die finanzielle Unterstützung.

*) Roswitha Braunstein, Floragasse 4, A-1040 Wien, Österreich;
Dr. Ludwig Dohmann, Poststr. 3a, D-85567 Grafing b. München

2. VORKOMMEN

Unteroligozäne, in östlichen Bereichen auch tiefmitteloligozäne Fischschiefer und ihre Äquivalente treten in folgenden Ablagerungsbereichen auf (Abb. 1):

* Frankreich, Schweiz: In sedimentärem Kontakt mit Globigerinenmergeln des Dauphinois (= Helvetikum); als Beckenfazies zu Äquivalenten der Deutenhausener Schichten (Fm. du Val d'Illiez). Bestimmte pelitische Intervalle innerhalb oder am Top von Äquivalenten der Deutenhausener Schichten (Steinibach im Entlebuch; Engi im Kanton Glarus).
* Bayern, Oberösterreich/ Vorarlberg: Über Lithothamnienkalken oder deren faziellen Vertretungen an der Basis der Vorlandmolasse bzw. Überfahrenen Molasse. In tektonisch aufgeschuppter Position, in nicht gestörtem sedimentärem Kontakt mit helvetischen Stockletten:
  - Chiemgau: Galon-Graben.
  - Faltenmolasse: Zementwerk Marienstein (Bayern).
  - in Schuppenzonen (Beispiel: Perwang, Oberösterreich).

  Äquivalente Bildungen der Fischschiefer im Rahmen der Fächersedimentation der Deutenhausener Schichten:
  - Basis der Deutenhausener Schichten (Haldemooseck, Ammer, Bayern; Straße Dornbirn-Bödele, Vorarlberg).
  - Bestimmte pelitische Intervalle der Deutenhausener Schichten.
* Im Rahmen des inneralpinen Tertiärs
* Ehem. CSFR, Ungarn, Rumänien, Bulgarien, ehem. UdSSR:
  - als Menilite im Karpatenflyschbecken.
  - als Fischschiefer in Tiefschelf- oder Hangenvironments.

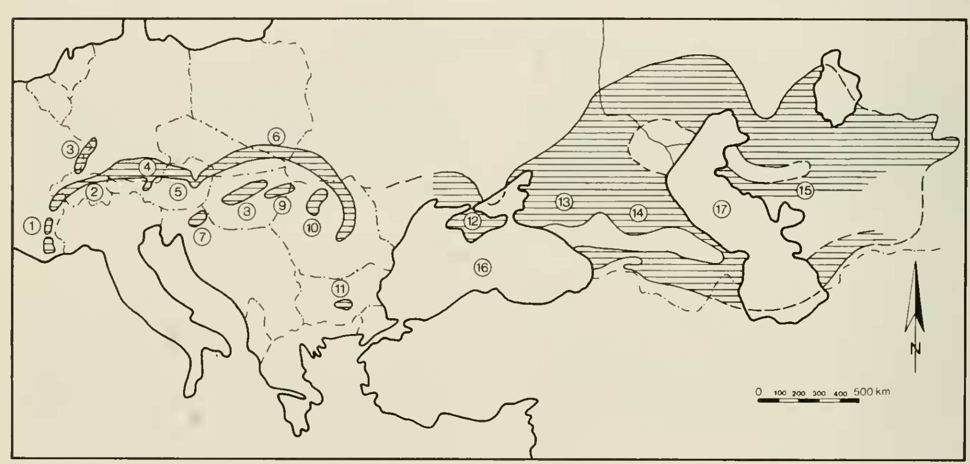


Abb. 1: Verbreitungsgebiet unter- und mitteloligozäner Fischschiefer und ihrer Äquivalente. Kartengrundlage aus Vetö (1987), östlich von Österreich unverändert übernommen, im Westbereich abgeändert und ergänzt. 1 - Frankreich; 2 - Schweiz; 3 - Oberrheingraben; 4 - Bayern und Nordtirol; 5 - Ober- und Niederösterreich bis Wien; 6 - Waschbergzone, Pausramer und Steinitzer Einheit, Karpatenflyschbecken; 7 - Slowenien; 8 - Nordungarisches Becken; 9 - Szolnok Flyschbecken; 10 - Transsylvanisches Becken; 11 - Bulgarisches Becken; 12 - Krim; 13 - Westkaukasus; 14 - Ostkaukasus; 15 - Mangyshlak; 16 - Schwarzes Meer; 17 - Kaspisches Meer.

3. STRATIGRAPHISCHE UND PALÖKOLOGISCHE ERGEBNISSE

3.1 KALKNANNOPLANKTON

Die Stratigraphie mit kalkschaligem Nannoplankton entspricht weitgehend den publizierten Standardzonierungen nach Martini (1971).

In den Deutenhausener Schichten in Oberbayern und Vorarlberg ist basal eindeutig NP21 nachweisbar, während zum Hangenden hin die Unterscheidung NP21-NP22 aufgrund umfangreicher Umlagerungen nicht möglich ist. Als dominierende Gruppe treten die Coccolithaceae mit ökologisch variablen Arten auf. Arten, die Warmwasser bevorzugen (z. B. Discoasteriden und Sphenolithen), sind nur in geringer Zahl vorhanden.

Die unteroligozänen Fischschiefer des inneralpinen Unterinntal-Tertiärs sind der NP22 zuzuordnen. Das Nannoplankton ist in artlicher Zusammensetzung und Häufigkeit bestimmter Arten identisch mit altersgleichem Material aus Mittelitalien (Nocchi et al. 1988) und ebenso mit den NP22-Floren der Waschbergzone Niederösterreichs (Seifert et al. 1991). Dominierend treten *Dictyococcites dictyodus*, *Coccolithus pelagicus*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Lanternithus minutus* und *Zygrhablithus bijugatus* auf.

Das Kalknannoplankton aus dem Kernmaterial von Bohrungen aus Oberösterreich belegt vereinzelt ein obereozänes/ unteroligozänes Alter für den Übergang Lithothamnienkalk/

Fischschiefer (NP19/20-NP21) und ein unteroligozänes Alter für den Fischschiefer (*Ericsonia subdisticha*-Zone NP21; *Helicosphaera reticulata*-Zone NP22): Die Grenzziehung von Eozän zu Oligozän ist durch das häufige Fehlen von *Discoaster barbadiensis* und *Discoaster saipanensis* als Zonenleitfossilien erschwert. Die Definition der Zonen NP19/20 erfolgt durch das Erstauftreten von *Isthmolithus recurvus* (Martini & Muller 1986) und *Ericsonia obruta* (Perch-Nielsen 1985:431) bei gleichzeitigem Vorkommem von *Cribrocentrum reticulatum*. Die Zone NP21 des unteroligozänen Fischschiefers ist durch das Vorkommen der Arten *Ericsonia obruta* und *E. subdisticha* bei gleichzeitigem Vorkommen von *Cyclococcolithus formosus* gut abgrenzbar. Die Einstufung in die Zone NP22 erfolgt durch das Fehlen von *C. formosus* bei gleichzeitigem Vorkommen von *Reticulofenestra umbilica*, *R. hillae* und *E. subdisticha*. Die Zone NP22 kann in den Fischschiefern der östlichen bayerischen Vorlandmolasse fehlen.

In beiden unteroligozänen Zonen häufen sich die Arten *Reticulofenestra bisecta*, *Dictyococcites dictyodus*, *Coccolithus pelagicus*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Braarudosphaera bigelowii*, *Lanternithus minutus* und *Zygrhablithus bijugatus* massenartig und in wechselnden Größen an. Der Übergang zum Hellen Mergelkalk (NP23) ist durch das Massenvorkommen der für die Paratethys typischen eingeschränkten Flora mit *Reticulofenestra ornata* und *Pontosphaera fibula* charakterisiert. Die Zusammensetzung der Kalknannoflora ist für das bayerische und österreichische Alpenvorland nahezu identisch, unterscheidet sich jedoch von der Vergesellschaftung der nördlichen Waschbergzone und der Steinitzer und Pausramer Schichten durch eine eingeschränktere Gattungs- und Artenzahl.

Zusammenfassend können küstennahe und offenmarine Assoziationen für den betrachteten Zeitraum unterschieden werden. Küstennahe Formen dominieren in den Floren der Fischschiefer der Vorlandmolasse und des inneralpinen Tertiärs. Hingegen zeigt das Kalknannoplankton der Deutenhausener Schichten, der Schönecker Fischschiefer und der tieferen Teile des Unterinntaltertiärs einen stärker offenmarinen Charakter. Lagenweise treten einzelne Arten in allen Ablagerungsbereichen in bloomartiger Häufigkeit auf.

3.2 FORAMINIFERENFAUNA

Für die Zonierung mit planktonischen Foraminiferen wurde auf Toumarkine & Luterbacher (1985: 97f.) und Bolli & Saunders (1985: 157 ff.) zurückgegriffen.

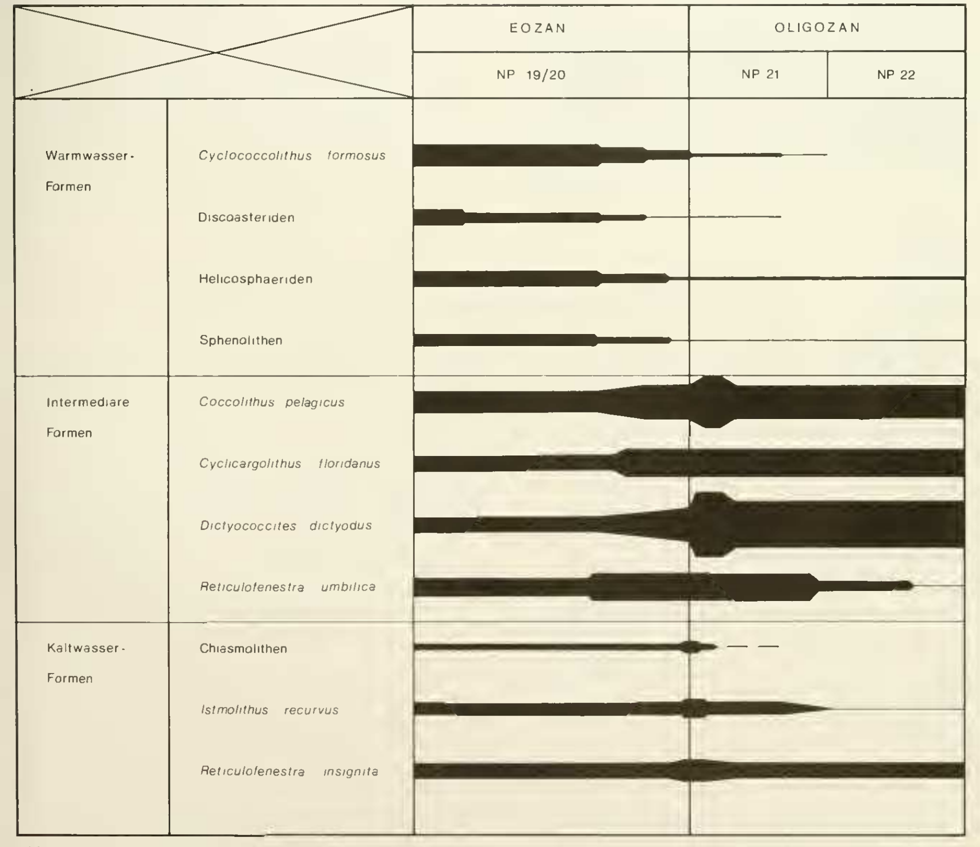


Abb. 2: Verteilungstendenzen der wichtigsten Nannoplanktonarten und -gruppen um die Eozän-Oligozän-Grenze im Profil Galongraben.

Die *Turborotalia cerroazulensis* s. l. - Zone konnte in den obereozänen Stockletten des Galongrabens (Chiemgaugebiet), in Marienstein (Tegernseegebiet) und mit Einschränkung auch im Ampfinger Mergel der bayerischen Vorlandmolasse nachgewiesen werden. Die *T. cerroazulensis*-Gruppe wird gegen Ende des Obereozäns und zu flacheren Ablagerungsbereichen hin sehr selten. Die großen Globigerinen des Obereozäns (*G. yeguaensis, G. praeturritilina, G. eocaena, G. crypthomphala*) werden ähnlich selten und bereits im obersten Eozän von kompakten, kleinwüchsigen Globigerinen (*G. officinalis, G. tapuriensis, G. utilisindex, G. ampliapertura, Subbotina angiporoides, Globorotalia opima nana*) allmählich abgelöst.

Die *Cassigerinella chipolensis/Pseudohastigerina micra*-Zone (Blow & Banner (1962), neu benannt von Bolli (1966)) des Unteroligozäns war anhand von Foraminiferen positiv nicht nachweisbar, da die Zonenmarker im bearbeiteten Unteroligozän sehr selten bzw. nicht vertreten sind. Als Altersangabe ist in der Regel stets nur ein „Nicht mehr Obereozän" vertretbar. Hier war das kalkschalige Nannoplankton meist aussagekräftiger.

Auch *G. sellii* kann nicht zur Abgrenzung eines tieferen von einem höheren Unteroligozän herangezogen werden, da diese Form bei der meist schlechten Erhaltung des Planktons nicht einwandfrei nachweisbar war.

Die zeitliche Verbreitung der benthonischen Foraminiferen wird durch die paläozeanographische Entwicklung und die Ausbreitung sauerstoffarmer Bodenverhältnisse gesteuert. Von lokaler stratigraphischer Bedeutung ist das Ersterscheinen von *Cibicidoides dutemplei* und *Cib. jarvisi* im obersten Eozän im Chiemgaugebiet. Bei gleichzeitigem Fehlen von Obereozän-Indikatoren können *Bulimina sculptilis* und *Bolivina aenariensiformis* als Unteroligozän-Anzeiger benutzt werden. Die letzte Art ist aber meist nur selten im flacheren Oberbathyal vertreten.

Die bei Lindenberg (1965: Abb. 3) ausgewiesene Bolivinen-Verbreitung kann nicht generell übernommen werden. Die Unterart *B. beyrichi bituminosa* kann im Galongraben bereits im tiefsten Oligozän mit Beginn der Fischschieferfazies nachgewiesen werden, tritt neben B. *beyrichi beyrichi* auf und ist mit dieser durch Übergangsformen verbunden. Auch die Verbreitung der *B. vaceki*-Gruppe ist ökologisch gesteuert. Die Form tritt in den Bereichen auf, die einen normalen Sauerstoffgehalt vermuten lassen. In den sauerstoffarmen Fischschiefern wird *B. vaceki* durch *B. koessenensis* abgelöst.

Zwei palökologische Aspekte der Foraminiferenfauna sollen im Vordergrund stehen. Zum einen kann anhand der Foraminiferenvergesellschaftungen die Absenkung des Bekkens, speziell im Bereich der Vorlandmolasse verfolgt werden (Abb. 3), zum anderen ist die kennzeichnende Assoziation bestimmter Foraminiferen-Morphotypen in den dysaeroben Fischschiefern zu erläutern.

Im Bereich der Vorlandmolasse verbleibt der Ablagerungsraum im Obereozän in Tiefen, die das tiefere Neritikum nicht übersteigen. Mit Beginn des Oligozäns ist eine rasche Absenkung des Beckens zu vermerken, die Beträge bis 300 m erreichen kann. Besonders auffällig ist die *Bolivina-Bulimina*-Vergesellschaftung, die das obere Bathyal kennzeichnet. Für noch größere Tiefen spricht die *Valvulineria-Cancris-Stilostomella*-Fauna (tieferes Oberbathyal) bzw. die *Praeglobobulimina-Chilostomella-Bulimina*-Fauna (tiefstes Oberbathyal bis Mittelbathyal). Im Bereich der Schönecker Fischschiefer ist eine Absenkung anhand der Foraminiferenfauna nicht erkennbar.

FAUNEN-GEMEIN-SCHAFTEN (● = Obereozän (nur Ampfing); ▲ = Unteroligozän; ↓ = Entwicklung)	BATHYMETRIE	TIEFE (abgeschätzt)	BOHRUNGEN UND PROFILE																		
			Schöneck	Galongraben	Marienstein	Perwang 1 (A)	Kirchham 1 (A)	Voitsdorf 1 (A)	Eberstalzell 1 (A)	Sattledt 8 (A)	Hohenrain 2	Steinhöring 1/fe	Hohenlinden Süd 1	Hohenlinden 1	Schnaupping 1	Ampfing Ost 1	Ampfing 1	Salmannskirchen 1	Teising 1	Ampfing 17	Ampfing 16
Nummulites Asterigerina	flaches Neritikum	bis 100m																	▲1		
Lenticulina Elphidiidae	mittleres Neritikum	50m bis 150m																			●1
Lenticulina Quinqueloculina Spiroplectammina	tiefes Neritikum	100m bis 200m									▲1		▲1					▲1		●1	●2
Cibicidoides Melonis Alabamina	tiefstes Neritikum	200m				▲1					▲2	▲1		▲1				▲2	▲2	●2	●3
Bathysiphon Cyclammina	tiefstes Neritikum bis flaches Oberbathyal	200m bis 400m				▲2		▲1		▲1			▲2	▲2	▲1	▲1	▲1	▲3	▲3		
Bolivina Bulimina	Oberbathyal	400m			▲1	▲3	▲1		▲1					▲3	▲2	▲2	▲2	▲4	▲4		
Valvulineria Cancris Stilostomella	tiefes Oberbathyal	400m bis 600m			▲2			▲2			▲3	▲2									
Praeglobobulimina Chilostomella Bulimina	Mittelbathyal	600m bis 800m		▲1																	
Sonderfazies (nur Plankton und Nekton)	Ober- bis Mittelbathyal (je nach vorheriger Tiefe!)	400m bis 800m	▲1	▲2		▲4	▲2	▲3	▲2	▲2	▲4	▲3	▲3					▲5			

Abb. 3: Die Absenkung des Beckens im Unteroligozän im Bereich der Vorlandmolasse, aufgezeigt anhand von Benthos-Vergesellschaftungen. Die Pfeile markieren die Entwicklungsrichtung.

Die Verteilung der Foraminiferen nach Morphogruppen (vgl. BERNHARD, 1986: 208) kann im Unteroligozän mit dem Sauerstoffgehalt des Wassers und der Bathymetrie (als Summenfaktor) korreliert werden. Das Benthos im Unteroligozän wird ab Tiefen etwa größer 200 m von Formen gestellt, die allesamt dysaerobe Bodenverhältnisse tolerieren. Die Morphogruppen umfassen:

* zweizeilige Formen (abgeflacht; schlank; zylindrisch): *Bulimina*, *Bolivina*, *Stainforthia*, *Caucasina*, *Uvigerina*, *Trifarina*, *Stilostomella*, *Chilostomella*, *Praeglobobulimina*
* abgeflacht planspirale und plankonvexe Formen: *Lenticulina*, *Globocassidulina*, *Cancris*, *Alabamina*
* biumbilicate oder sphärische Formen: *Melonis*
* agglutinierte Formen: *Cyclammina*

Die Morphogruppen stimmen mit denen der mitteleozänen Spirka-Fischschiefer und der Fischschiefer im Obereger der Ostmolasse überein und zeigen auch deutliche Parallelen zu Faunen älterer, sauerstoffarmer Ablagerungen (vgl. BERNHARD, 1986). Bathymetrisch können die dysaeroben Vergesellschaftungen nach Häufigkeitsformen wie folgt gegliedert werden:

Bathysiphon, *Cyclammina*	flaches Oberbathyal
Bolivina, *Bulimina*	Oberbathyal
Valvulineria, *Cancris*, *Stilostomella*	tiefes Oberbathyal
Praeglobobulimina, *Chilostomella*, *Bulimina*	Mittelbathyal

Laut BERNHARD (1986: 213) und der dort angeführten Sekundärliteratur ist bei dysaeroben bis anoxischen Bodenverhältnissen von einer behinderten Kalkausscheidung auszugehen. Ferner wird angegeben, daß die Foraminiferen durch nahe an den Poren plazierten Mitochondrien versuchen, die Sauerstoffaufnahme zu verbessern. Als Folge dieser Bedingungen herrschen nicht ornamentierte, stark perforierte, dünnwandige und kleinwüchsige Formen vor, die sich durch ein hohes Oberflächen : Volumen-Verhältnis auszeichnen.

Die zu erwartende Dominanz agglutinierter Formen, als Reaktion auf den Kalkmangel, konnte nur in wenigen Proben beobachtet werden, in denen *Bathysiphon*, *Rhabdammina* und vor allem *Cyclammina* vorherrschen. Dieser Vergesellschaftungstyp erscheint aber nur im Bereich tiefstes Neritikum bis flaches Oberbathyal.

Die als Sonderfazies anzusprechende Plankton-Nekton-Vergesellschaftung (Globigerinen + Fischreste) kennzeichnet das Stadium, in dem die H_2S-O_2-Grenzfläche über die Sedimentoberfläche aufgestiegen ist und jegliches Bodenleben verhindert hat. Die Vergesellschaftungen des unteroligozänen Fischschiefers im inneralpinen Tertiär weisen häufig eine größere Diversität auf. Hier können zwei Gruppierungen als Endglieder einer Mischreihe benannt werden. Die oxische Vergesellschaftung des flachen Oberbathyals weist eine relativ hohe Diversität auf, die gering diverse, dysaerobe Gemeinschaft weist nur mehr als Pyritsteinkern erhaltene Formen auf. Hier liegen im Sinne von OSCHMANN (1991) aerobe (ganzjährig oxisch bis sehr kurzfristig O_2-Mangel), poikiloaerobe (max. 3 Monate/Jahr O_2-Mangel) und dysaerobe (3-12 Monate/Jahr deutlicher Sauerstoffmangel) Verhältnisse vor, die saisonal wechseln können. Da im Falle des inneralpinen Tertiärs zur Fischschieferzeit gerade der Übergang vom Schelf zum Hang vorliegt, vermischen sich Schelf- und Hang-Anoxia-Typen (vgl. OSCHMANN, 1991: Abb. 2 und Tab. 1).

4. ANMERKUNGEN ZUR EOZÄN-OLIGOZÄN-GRENZE

Der Eozän-Oligozän-Übergang in Oberbayern, Nordtirol und Oberösterreich ist in den verschiedenen Sedimentationsräumen wie folgt ausgebildet:

* Vorlandmolasse in Bayern und Oberösterreich: E/O-Grenze, etwa Übergang Lithothamnienkalk - Fischschiefer, bzw. teilweise noch innerhalb des Lithothamnienkalks; nördliche Bereiche des Fischschiefers sollen noch in das Unteroligozän reichen (BUCHHOLZ, 1984: Abb. 4); vermutlich erreichte die Absenkung der Karbonatplattform dort erst posteozän Tiefen (> 200 m), in denen eine Lithothamnienfazies nicht mehr gebildet wurde.
* Faltenmolasse Ostbayern: Die in Marienstein miteinander verschuppten Stockletten (NP 19/20) und Fischschiefer (NP 21) legen eine kontinuierliche Sedimentation über die E/O-Grenze hinweg nahe, ohne daß bisher ein Nachweis dieser Grenze erbracht werden konnte.
* Faltenmolasse Westbayern: Die Fazies der tiefen fischschieferartigen Deutenhausener Schichten legt eine Entwicklung Stockletten - Fischschiefer - Schüttung der Deutenhausener Schichten in das Fischschieferbecken nahe. Ein durchgehendes Profil ist nicht bekannt.
* Inneralpines Tertiär: Kontinental-limnische oder flachmarine Sedimente an der E/O-Grenze. Die tiefsten Fischschieferproben fallen bereits in die NP 22.
* Tektonischer Bereich des Helvetikums: Ein durchgehendes Profil in Mergelfazies liegt im Galongraben bei Hachau vor. Teilprofile erfassen entweder das höchste Eozän (Profile G, F im Galongraben; Thalmann, Rohrdorf) oder tiefes Oligozän (Teilprofile A, B, teilweise G im Galongraben).

Für einen internationalen Vergleich ist vor allem das durchgehende Profil des Galongraben-Oberlaufs von Bedeutung.

Lithologisch ist der Wechsel von obereozänen Stockletten zu unteroligozänen Fischschiefern an dem Übergang von hellen Kalkmergeln zu dunkelbraunen Mergeln und Tonmergeln erkennbar. Im tiefsten Teil der dunklen Mergel liegen laminierte Bereiche vor.

Beim Nannoplankton liegt die letzte, eindeutig als Obereozän (NP 19/20) anzusprechende Probe ca. 1,80 m unter

der E/O-Grenze. Im darüberliegenden Intervall werden die leitenden Discoasteriden (*D. saipanensis*, *D. barbadiensis*) sehr selten und können in manchen Präparaten nur noch als Einzelstücke gefunden werden. Gleichzeitig ist ein Wechsel in der Vergesellschaftung des kalkschaligen Nannoplanktons festzustellen, bei der die Warmwasserelemente durch intermediäre und Kaltwasserformen zurückgedrängt werden. Zwei intermediäre Formen (*Dic. dictyodus*, *Cocc. pelagicus*) tragen wesentlich zu den Massenvorkommen von Nannoplankton und damit der Lamination des Sediments im untersten Oligozän bei. Dieser Florenwechsel ist nahezu identisch mit dem im Südatlantik (WEI & WISE, 1990). Im Zuge dieser Kaltwassereinflüsse wird auch *Ericsonia subdisticha* deutlich häufiger.

Bei den planktonischen Foraminiferen ist eine ähnliche Entwicklung festzustellen. War der Ablagerungsbereich der obereozänen Stockletten schon für Hantkeninen nicht mehr erreichbar (Schwelleneinfluß?), so zeigen die Turborotalien der *cerroazulensis*-Gruppe ein paralleles Verhalten zu den Leitformen des Nannoplanktons. Warmwasserformen werden also zurück- bzw. verdrängt. Auch die „großen Globigerinen" des Obereozäns (*G. corpulenta*, *G. linaperta*, *G. cryptomphala*) werden sehr selten.

Die benthonischen Foraminiferen erfahren einen tiefgreifenden Diversitätsschnitt. Bis 1,80 m unter der E/O-Grenze kann eine hochdiverse Obereozän-Fauna des tiefen Oberbathyals bis hohen Mittelbathyals bestimmt werden. Sie wird dominiert von einer reichen Anomalinidenfauna, bei der am E/O-Übergang nur noch *Cibicidoides dutemplei*, *C. jarvisi* und *C. megomphalus* von Bedeutung sind. Starke Rückgänge sind auch bei den Gattungen *Stilostomella*, *Uvigerina*, *Pleurostomella* zu verzeichnen. Agglutinierte Formen setzen aus bzw. sind nicht erhalten. Die am neuen Stratotyp für die E/O-Grenze in Massignano, Mittelitalien festgestellten Benthosevents (*Bolivina*-Bloom, FAD von *Cyclammina* sp.) sind im Galongraben nicht im obersten Eozän, sondern bezüglich der Bolivinen erst im tiefsten Oligizän nachweisbar.

Die aufgezeigte Entwicklung im Galongraben Profil bestätigt Literaturangaben, daß der E/O-Übergang kein katastrophales Event markiert, sondern eine allmähliche Homogenisierung der Wassermassen mit einer Verschiebung der Faunenelemente zu intermediären und Kaltwasserformen hin. Das Benthos läßt eine Abschnürung des (Paratethys-) Beckens bei Ausbildung einer geschichteten Wassersäule (Thermo- und Halokline) erkennen. Insgesamt ergibt sich das Bild einer Faziesgrenze, deren Alter und charakterisierende Bioevents im Detail nicht mit denen zentraler Tethysprofile oder des Südatlantiks genau übereinstimmen.

Im tiefsten Oligozän fällt beim Benthos eine Faunengemeinschaft mit *Praeglobobulimina*, *Chilostomella*, *Bulimina*, *Globocassidulina*, *Valvulineria* und als untergeordnete Begleiter *Lenticulina*, *Stilostomella* und *Bolivina* auf. Diese Fauna deutet auf verringerte Sauerstoffgehalte am Boden, die sich als Folge eines geschichteten Wasserkörpers einstellten.

In den unteroligozänen Teilprofilen des Galongrabens haben sich die Lebensbedingungen für das Benthos weiter verschlechtert. Die noch vorhandenen Einzelformen sind wahrscheinlich umgelagert oder an Pflanzenmaterial eingedriftete Epiphyten. Einen wichtigen Hinweis auf boreale Wassermassen liefert das gehäufte Auftreten von Pteropoden der Gattung *Limacina* (= *Spiratella* in der ungarischen Literatur), die Schichtflächen pflasterartig bedecken können.

5. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Mit Beginn des Oligozäns setzt die Fischschieferfazies ein. Bei eingeschränkten Austauschmöglichkeiten werden boreale Wassermassen von einer geringmächtigen Schicht tethyalen Wassers unter Ausbildung einer Thermo- und Halokline überlagert. Anhand der Nannoflora und Foraminiferenfauna kann der Wechsel von Warm- zu Kaltwasserverhältnissen und die Abschnürung des Beckens nachvollzogen werden. Mit Einsetzen der Fischschieferfazies ist der Beginn einer Paratethys-Sedimentation nachweisbar, welche sich von mediterranen Verhältnissen (Riffwachstum in Norditalien) deutlich unterscheidet. Die weite und annähernd zeitgleiche Verbreitung der Fischschieferfazies im Paratethysraum legt den Gebrauch einer einheitlichen Stufenbezeichnung nahe. Es sollte daher geprüft werden, ob die in Ungarn gebräuchliche Bezeichnung „Kiscell" (BALDI, 1979) nicht auch weiter westlich für das tiefe Oligozän verwendet werden kann.

SCHRIFTENVERZEICHNIS

BALDI, T. (1979): Changes of Mediterranean (?Indopacific) and boreal influences in Hungarian marine mollusc faunas since Kiscellian until Eggenburgian times; the stage Kiscellian. - Ann. Géol. Pays Hellén. VII Congr. CMNS Athen, I: 19-49; Athen.

BERNHARD, J. M. (1986): Characteristic assemblages and morphologies of benthic foraminifera from anoxic, organic-rich deposits: Jurassic through Holocene. - J. Foram. Res., 16 (3): 207-215, 2 Abb., 4 Tab.; Washington D. C.

BLOW, W. H. & BANNER, F. T. (1962): The Mid-Tertiary (Upper Eocene to Aquitanian) Globigerinaceae. - In: EAMES, F. E., BANNER, F. T., BLOW, W. H. & CLARKE, W. J. (Hrsg.), Fundamentals of Mid Tertiary stratigraphical correlation: 61-151, 20 Abb., Taf. 8-17; Cambridge.

BOLLI, H. M. (1966): Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on planktonic foraminifera. - Bol. inform. Asoc. Venezolana Geol. Min. Petrol., 9: 3-32, 4 Tab.; Caracas.

BOLLI, H. M. & SAUNDERS, J. B. (1985): Oligocene to Holocene low latitude planktic foraminifera. - In: BOLLI, H.M., SAUNDERS, J. B. & PERCH-NIELSEN, K. (Hrsg.): Plankton Stratigraphy, 155-262, 46 Abb.; Cambridge (University Press).

BUCHHOLZ, P. (1984): Sedimentation und Diagenese des Lithothamnienkalkes der bayerischen Ostmolasse. - Unveröff. Dipl.-Arb. TU Braunschweig, 146 S., 24 Abb., 5 Tab., 8 Taf., 4 Anl.; Braunschweig.

DOHMANN, L. (1991): Unteroligozäne Fischschiefer im Molassebecken. Sedimentologie, Nannoplankton, Foraminiferen, Paläogeographie. - 324 S., 61 Abb., 73 Tab., 21 Taf.; Diss. Univ. München (Fotodruck).

LINDENBERG, H. G. (1965): Die Bolivinen (Foram.) der Häringer Schichten. Mikropaläontologische Untersuchungen im Alttertiär des Unterinntal-Gebietes. - Boll. Soc. Paleont. Ital., 4: 64-160, 32 Abb., 5 Detailkarten, 4 Anl.; Modena.

MARTINI, E. (1971): Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. - In: FARINACCI, A. (Hrsg.), Proc. 2nd Plankton Conf. Rome, 1970, 2, 739-785, 6 Tab., 4 Taf.; Rom.

MARTINI, E. & MULLER, C. (1986): Current Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton stratigraphy and correlations. - Newsl. Stratigr., **16** (2): 99-112, 7 Tab.; Berlin, Stuttgart.

NOCCHI, M.; PARISI, G.; MONACO, P.; MONECCHI, S. & MADILE, M. (1988): Eocene and Early Oligocene Micropaleontology and paleoenvironments in SE Umbria, Italy. - Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., **67**: 188-244, 23 Abb.; Amsterdam.

ODIN, G. S. & MONTANARI, A. (1989): Age radiométrique et stratotype de la limite Eocène Oligocène. - C. R. Acad. Sci., 309, sér. II: 1939-1945, 1 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Paris.

OSCHMANN, W. (1991): Distribution, dynamics and palaeoecology of Kimmeridgian (Upper Jurassic) shelf anoxia in western Europe. - In: TYSON, R. V. & PEARSON, T. H. (Hrsg.): Modern and ancient shelf anoxia. - Spec. Publ. Geol. Soc. London, **58**: 381-395, 11 Abb., 1 Tab.; London.

PREMOLI-SILVA et al.: The Eocene-Oligocene Boundary in the Marche-Umbria Basin (Italy). - Int. Subcomm. Paleogene Strat., E/O-Meeting, Spec. Publ. 2: 253-263, 2 Abb.; Amsterdam.

PERCH-NIELSEN, K. (1985): Cenozoic calcareous nanno fossils. - In: BOLLI, H. M., SAUNDERS, J. B. & PERCH-NIELSEN, K. (Hrsg.): Plankton Stratigraphy, 427-554, 91 Abb.; Cambridge (University Press).

SEIFERT, P. et al. (1991): Korrelation der oligozänen Schichtfolgen von Ottenthal (Waschbergzone, Niederösterreich) mit der Region Kiscell (Budapest, Nordungarn). - Jubiläumsschrift 20 J. Geol. Zusammenarbeit Österreich-Ungarn. Teil 1: 109-129; Wien, Budapest.

TOUMARKINE, M. & LUTERBACHER, H. P. (1985): Paleocene and Eocene planktic foraminifera. - In: BOLLI, H. M., SAUNDERS, J. B. & PERCH-NIELSEN, K. (Hrsg.): Plankton Stratigraphy: 87-154, 42 Abb.; Cambridge (University Press).

VETO, I. (1987): An Oligocene sink for organic carbon: upwelling in the Paratethys? - Paleogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., 60: 143-153, 7 Abb., 5 Tab.; Amsterdam.

WEI, W. & WISE, W. JR. (1990): Biogeographic gradients of the Middle Eocene-Oligocene calcareous nannoplankton in the South Atlantic Ocean. - Paleogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol, 80: 29-61, 29 Abb., 1 App.; Amsterdam.